DOI 10.21178/2079–6080.2020.1.4
УДК 631.53.04

Влияние способа подготовки семян и состава почвенного субстрата на всхожесть и рост сеянцев *Manglietia conifera* Blume

© Дао Тхи Тху Ха¹, А.В. Жигунов¹, А.С. Бондаренко²

Influence of the techniques for preparing seeds and the soil substrate composition on the germinating capacity and growth of *Manglietia conifera* Blume saplings

Dao Thi Thu Ha, A.V. Zhigunov, A.S. Bondarenko (Saint Petersburg state Forest technical university; Saint Petersburg Forestry Research Institute)

The success of forest cultivation in the tropical zone depends not only on the biological parameters of trees and natural conditions, but also on the quality of planting material. Forest plantations founded with quality planting material will develop faster, compete well with grassy vegetation, quickly cover the soil surface with their crowns, and, as a result, the cost of agricultural and forestry tending will be reduced.

The aim of the work was to estimate the influence of the techniques used to prepare seeds and planting density of *Manglietia conifera* Blume seeds on seedling growth in the sowing department of the nursery and the composition of the soil substrate used to grow ball-rooted saplings in northern Vietnam.

It is shown that soaking of seeds in 0.5 % KMnO_4 solution for 15 minutes provides higher germination, although soaking of seeds in warm water for 24 hours provides higher germination energy. The combination of these two methods can contribute to the rapid germination and high growth rate of seedlings.

Since the biometric parameters of *Manglietia conifera* seedlings do not have any significant differences in the density range of 100–300 seeds per m^2 after two months of cultivation, seedlings should be grown with a seed rate of 200–300 seeds per m^2 , which can significantly reduce the area of the nursery.

Manglietia confiera saplings can be grown in plastic tubes 12 cm high and 7 cm in diameter, filled with soil substrate. For this purpose, seedlings grown in the sowing department of the nursery for 60 days are transplanted into tubes with soil substrate enriched with NPK in a ratio of 99:1. After five months of subsequent growth in the school department of the nursery, saplings are ready to be planted in plantations.

Keywords: *Manglietia confiera*, seed preparation for sowing, planting density, soil substrate composition, seedlings, saplings, biometric parameters

Влияние способа подготовки семян и состава почвенного субстрата на всхожесть и рост сеянцев *Manglietia confiera* Blume

Дао Тхи Тху Ха, А.В. Жигунов, А.С. Бондаренко

Успех работ по лесовыращиванию в тропической зоне зависит не только от биологических характеристик деревьев и природных условий, но и от качества посадочного материала. Лесные плантации, заложенные таким материалом, будут быстрее развиваться, хорошо конкурировать с травянистой растительностью, быстро закрывать поверхность почвы своими кронами, за счет этого будут снижаться затраты на агротехнические и лесоводственные уходы.

Целью работы являлась оценка влияния на рост сеянцев *Manglietia confiera* Blume способов предпосевной подготовки семян и густоты посева в питомнике, а также состава почвенного субстрата, применяемого для выращивания саженцев с закрытыми корнями в условиях Северного Вьетнама.

Показано, что замачивание семян в 0,5 % растворе KMnO_4 в течение 15 минут обеспечивает высокую всхожесть, а выдерживание их в теплой воде в течение суток — высокую энергию прорастания. Сочетание этих двух методов может способствовать быстрому прорастанию семян и высокой скорости роста сеянцев.

Поскольку в диапазоне густоты 100–300 шт./м² биометрические параметры сеянцев *Manglietia confiera* после двух месяцев выращивания не имеют достоверных различий, следует применять норму высева семян 200–300 шт./м², что позволяет значительно сократить площадь посевного отделения питомника.

Для получения саженцев манглиетии с закрытой корневой системой можно использовать пластиковые трубы высотой 12 и диаметром 7 см, заполненные почвенным субстратом, обогащенным NPK в соотношении 99:1. В них пересаживаются сеянцы, выращенные в посевном отделении питомника в течение 60 дней. После пяти месяцев доращивания в школьном отделении питомника саженцы могут использоваться для создания плантаций.

Ключевые слова: *Manglietia confiera*, подготовка семян к посеву, густота посева, состав почвенного субстрата, биометрические параметры саженцев, закрытая корневая система

Дао Тхи Тху Ха — аспирантка кафедры почвоведения и лесных культур

E-mail: daothuav@gmail.com

Жигунов Анатолий Васильевич — д-р с.-х. наук, профессор кафедры почвоведения и лесных культур

E-mail: a.zhigunov@bk.ru

Бондаренко Александр Сергеевич — канд. с.-х. наук, вед. науч. сотр. НИО селекции, воспроизводства и химического ухода за лесом

E-mail: asbond@mail.ru

¹ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет им. С.М. Кирова»

194021, Санкт-Петербург, Институтский пер., д. 5

Телефон: (812) 670-93-18

E-mail: leskultur@mail.ru

²ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»

194021, Санкт-Петербург, Институтский пр., д. 21

Телефон: (812) 552-80-26

E-mail: mail@spb-niilh.ru

Введение

В настоящее время выращивание сеянцев древесных пород является основным способом получения посадочного материала и широко применяется в лесохозяйственном производстве. Успех работ по лесовыращиванию в тропической зоне зависит не только от биологических характеристик деревьев и природных условий, но и от характеристик посадочного материала. Лесные плантации, заложенные качественным посадочным материалом, будут быстрее развиваться, хорошо конкурировать с травянистой растительностью, быстро закрывать поверхность почвы своими кронами, за счет этого будут снижаться затраты на агротехнические и лесоводственные уходы [7, 9, 12, 19].

При выращивании сеянцев древесных пород важное значение имеют посевные качества семян, которые зависят не только от методов сбора и переработки, но и от способов хранения семян. Обычно сухие семена тропических древесных растений хранятся до 6 месяцев в бутылках, сосудах, пакетах или коробках при комнатной температуре (20–30 °C). Время хранения без ухудшения посевных качеств семян при температуре 0–10 °C может достигать 3 лет [15, 26]. Одним из основных показателей качества семян является их всхожесть [6, 8].

Распространенный во всем мире метод предпосевной обработки семян лесных древесных растений после сухого хранения заключается в том, что они замачиваются в течение определенного времени в теплой воде, после чего подсушиваются до сыпучего состояния и используются для посева при хранении в холодильнике при низкой положительной температуре до двух суток [18, 24].

Качество посадочного материала может повлиять на продуктивность леса на протяжении всего цикла выращивания. Применение удобрений в питомнике повышает в дальнейшем как способность растений к быстрому росту после посадки, так и их засухо- и холодоустойчивость в условиях естественной среды [13, 17].

Для своего роста и развития в питомнике растения должны быть обеспечены макро- и микроэлементами элементами минерального питания, которые поглощаются корневой системой из почвы. Однако их содержание не всегда соответствует потребности растений, поэтому необходимо вносить дополнительное удобрение в виде подкормок. При этом очень важно определить оптимальное количество питательных веществ, требуемое для молодых растений в питомниках [5, 14, 27, 28].

В настоящее время во Вьетнаме используются различные методы производства посадочного материала. Для вегетативного размножения применяются черенкование и культура *in vitro*. При семенном размножении выращиваются сеянцы, которые, как правило, затем пересаживаются в полиэтиленовые тубы, заполненные питательной смесью. Доращивание саженцев с закрытой корневой системой проводится на открытых площадках питомника. При выращивании посадочного материала высокопродуктивных клонов древесных пород выполняется прививка [10].

Во Вьетнаме для создания плантаций чаще всего используются саженцы. Поэтому работы в лесных питомниках являются наиболее сложным и важным этапом в процессе производства посадочного материала. Качество саженцев напрямую влияет на эффективность лесовыращивания и производительность искусственных лесов [3, 4]. При этом основное внимание сосредоточено на экологических факторах, влияющих на рост саженцев: освещение, состав почвенных смесей, объем туб для растений с закрытой корневой системой, режим полива и минеральных подкормок [16, 25].

Manglietia confiera Blume — крупное вечнозеленое дерево, высотой от 25 до 30 м с диаметром ствола от 30 до 60 см. Эта порода хорошо растет на влажных желто-красных гумусированных фералитных почвах [2]. До 2-летнего возраста растения плохо переносят высокие температуры и нуждаются в притенении до 40–50 % от полного освещения. Взрослым растениям требуется полное освещение.

Только 50–60 % магнолиевых деревьев плодоносят. *Manglietia confiera* начинает цвести и плодоносить с 5–6-летнего возраста. Плоды – шишкообразная эллиптическая многолистовка красного цвета. При созревании окраска плодов изменяется с зеленого цвета на серый с белым пятнами, некоторые плоды трескаются. Семена собирают в августе и сентябре с деревьев, у которых определена селекционная ценность.

Почва питомника для выращивания сеянцев *Manglietia confiera* должна быть плодородной, среднесуглинистой, рыхлой, влажной, хорошо дренированной, с кислотностью, близкой к нейтральной. Необходимо чтобы поверхность площади питомника была ровной или с небольшим уклоном [20, 21].

Плантации *Manglietia confiera* закладываются в основном в северных провинциях Вьетнама, где они являются одним из ключевых факторов, стимулирующих экономическое развитие лесного хозяйства в горной местности. Основным методом производства посадочного материала этой породы является выращивание сеянцев и их перешколивание в полиэтиленовые тубы в питомнике [21, 23].

Исследование факторов, определяющих скорость роста и улучшение качества сеянцев в питомнике, необходимо для совершенствования агротехники их выращивания с целью повышения эффективности создаваемых искусственных лесонасаждений [10].

Целью настоящего исследования было определение влияния способа подготовки и густоты посева семян, и состава почвенного субстрата на всхожесть и рост сеянцев *Manglietia confiera* в питомнике.

Методика и объекты исследований

Семена *Manglietia confiera* Blume были собраны в сентябре 2018 г. во Вьетнаме с ценных в селекционном отношении деревьев.

Для выбора оптимального способа подготовки семян к посеву опыт проводили в следующих вариантах: 1) замачивание в теплой воде (30–40 °C) в течение 24 часов, 2) замачи-

вание в 0,5 % растворе KMnO_4 на 15 минут. Контролем служил посев сухими семенами. В посевном отделении питомника семена высевали на площадки размером 1×1 м по 100, 200 и 300 шт., равномерно распределяя их по поверхности подготовленной почве, посеvy мульчировали слоем песка толщиной 1 см. Грядки покрывали соломой, чтобы почва оставалась влажной в течение первых 15 дней. Посевы ежедневно поливались. Опыт закладывали в 3-кратной повторности, всего было засеяно 15 площадок. Энергию прорастания определяли на 20-й день прорастания по соотношению количества проросших семян и первоначально высеванных в процентах. Всхожесть определяли по таким же показателям на 45-й день учета.

Для определения оптимальной густоты посевов на площадки 1 м² высевалось 100 (4,3 г), 200 (8,5 г) и 300 (12,6 г) штук по способу, описанному в предыдущем опыте. Семена предварительно замачивали в теплой воде в течение 24 часов. Опыт также проводился в трехкратной повторности.

На 45-й и 60-й день после посева штангенциркулем измеряли диаметр корневой шейки и мерной линейкой – высоту стволика.

Для определения оптимального состава почвенной смеси при выращивании саженцев *Manglietia confiera* 60-дневные сеянцы, достигшие высоты 7–10 см, пересаживали по 1 шт. в пластиковые тубы высотой 12 и диаметром 7 см. За контрольный вариант принимался почвенный субстрат горизонта A_1 , который очищали от механических примесей, просеивали и подсушивали перед заполнением туб. Питательные вещества добавлялись по отношению к массе почвы в тубе. Исследование было проведено в 3-х повторностях, выращивалось по 30 штук саженцев в каждой. Эксперименты ставились в 3-х вариантах:

- 1) контроль – 100 % почвы без удобрений;
- 2) 99 % почвы + 1 % суперфосфата (P_2O_5 : 15–17 %, S: 11–12 %);
- 3) 99 % почвы + 1 % удобрения NPK (P_2O_5 : 10, N: 5, K_2O : 3, S: 8–11, CaO: 18–20,

MgO: 2–2,5, SiO₂: 4–5 %, Cu: 20–30 ppm, Zn: 40–50 ppm, Co: 10–15 ppm).

Уход за саженцами в тубе заключался в ежедневном поливе (рано утром) и регулярном удалении сорняков. Подкормка минеральными удобрениями не проводилась.

Исследование было выполнено в питомнике на площадях с одинаковыми условиями влажности и освещенности. Выбрана почва с высоким содержанием питательных веществ: N, P, K, Ca и микроэлементов. Время начала обработки семян и их посева – 15 марта 2019 года.

Саженцы в каждой повторности опыта были пронумерованы. Замеры высоты (мерной линейкой с точностью до 1 мм) и диаметра (штангенциркулем с точностью до 0,1 мм)

растений проводили через 2, 3, 4 и 5 месяцев после посадки.

Для оценки уровня достоверности различий между биометрическими показателями саженцев в различных вариантах опыта проводился однофакторный дисперсионный анализ. Значимость *F*-критерия определялась по стандартным таблицам. Если расчетное значение *F*-критерия превышает табличное на выбранном уровне значимости, влияние фактора считается достоверным [1].

Результаты исследования

Результаты исследования влияния способов предпосевной обработки семян *Manglietia confiera* на их всхожесть представлены в таблице 1.

Таблица 1
Влияние способа предпосевной обработки на всхожесть семян *Manglietia confiera*

Срок учета, дн.	Всхожесть семян при разных вариантах предпосевной обработки и густоты посева, %				
	100 шт./м ²		200 шт./м ²		300 шт./м ²
	Замачивание в воде на 24 ч	Посев сухими семенами	Замачивание в воде на 24 ч	Замачивание в 0,5 % KMnO ₄	Замачивание в воде на 24 ч
15	0	0	0	0	0
20	14	1	11	6	15
25	29	18	32	27	31
30	62	47	60	69	59
35	87	76	84	88	82
40	87	76	84	92	82
45	87	76	84	92	82

Как видим, всхожесть семян зависит от способа предпосевной обработки. Во всех вариантах опыта первые всходы появляются через 20 дней после посева, однако наибольшее их количество отмечается при замачивании семян в воде. На последний срок учета (45-й день) максимальная всхожесть семян наблюдается в варианте с замачиванием в 0,5 % KMnO₄ и достигает 92 %, однако прорастание семян в течение первого месяца происходит медленнее, чем при замачивании в воде. По-

сев сухими семенами показал самые низкие результаты как по энергии прорастания, так и по всхожести (табл. 1).

Таким образом, снятие поверхностной и полупогруженной грибной инфекции 0,5 % раствором KMnO₄ в течение 15 мин обеспечивает в конечном итоге более высокую всхожесть семян, несмотря на то, что замачивание семян в теплой воде в течение суток обеспечивает несколько большую их энергию прорастания.

Биометрические параметры сеянцев *Manglietia conifera* на 45-й и 60-й день после посева в зависимости от исходной густоты приведены в таблице 2.

Таблица 2

Рост сеянцев *Manglietia conifera* в зависимости от густоты посевов

Показатель	Срок учета, дн.	Густота посева, шт./м ²		
		100	200	300
D, мм	45	1,4±0,08	1,1±0,13	1,2±0,07
	60	1,7±0,10	1,5±0,11	1,5±0,10
H, см	45	4,7±1,05	5,0±1,01	4,6±0,83
	60	9,2±1,20	8,5±1,22	8,8±1,09

Выявленные различия между группами густоты посева (100, 200 и 300 шт./м²) при сроках выращивания 45 и 60 дней по значениям диаметра корневой шейки сеянцев достоверны на уровне значимости менее 0,01, однако в практическом отношении они не существенны (всего 0,2 мм) при использовании этих сеянцев для выращивания саженцев в тубах. Различия по высоте сеянцев недостоверны уже на уровне значимости 0,05 (табл. 3).

Таблица 3

Влияние густоты посева на значения биометрических показателей сеянцев *Manglietia conifera* при различных сроках выращивания (однофакторный дисперсионный анализ)

Биометрические показатели по срокам выращивания, см	Показатель факториальной вариации			Показатель остаточной вариации			<i>F</i> -критерий	Уровень значимости, <i>p</i>
	SS	df	MS	SS	df	MS		
Диаметр (45 дней)	0,6707	2	0,3353	0,7924	87	0,0091	36,816	<0,001
Высота (45 дней)	2,4287	2	1,2143	81,992	87	0,9424	1,288	0,281
Диаметр (60 дней)	0,5490	2	0,2744	0,9160	87	0,0105	26,069	<0,001
Высота (60 дней)	7,0162	2	3,5081	119,47	87	1,3733	2,554	0,084

Биометрические показатели саженцев через 2, 3, 4 и 5 месяцев выращивания в тубах в зависимости от состава почвенного субстрата приведены в таблице 4. Как видим, наибольшие биометрические параметры саженцев наблюдаются в варианте с внесением NPK.

Результаты дисперсионного анализа оценки степени влияния состава почвенного субстрата туб на биометрические показатели

саженцев *Manglietia conifera* показывают (табл. 5), что если после второго месяца доращивания эти различия не достоверны (расчетное значение *F*-критерия меньше табличного на уровне значимости 0,05), то после четвертого месяца различия становятся достоверными (расчетное значение *F*-критерия больше табличного на уровне значимости 0,05). Визуальное подтверждение полученных результатов дают фотографии (рис. 1).

Таблица 4

Значения биометрических показателей саженцев *Manglietia confiera* в зависимости от состава почвенного субстрата

Срок выращивания саженцев, мес.	Биометрические показатели саженцев при разных вариантах субстрата					
	Почва без удобрений (контроль)		Почва + P_2O_5		Почва + NPK	
	D, см	H, см	D, см	H, см	D, см	H, см
2	0,15±0,017	9,7±1,33	0,15±0,015	9,5±1,42	0,17±0,015	9,4±1,14
3	0,21±0,022	12,4±1,32	0,23±0,021	14,6±1,37	0,28±0,025	15,8±1,30
4	0,37±0,054	19,5±1,41	0,48±0,047	24,4±1,60	0,53±0,054	26,7±1,44
5	0,49±0,083	28,9±2,67	0,67±0,069	37,1±3,26	0,71±0,113	40,4±2,98

Таблица 5

Влияние состава почвенного субстрата (почва без удобрений, почва + P_2O_5 , почва + NPK) на значения биометрических показателей саженцев *Manglietia confiera* на различных сроках выращивания (однофакторный дисперсионный анализ)

Биометрические показатели по срокам выращивания, см	Срок выращивания, мес.	Показатель факториальной вариации			Показатель остаточной вариации			F-критерий	Уровень значимости, p
		SS	df	MS	SS	df	MS		
Диаметр	2	0,0004	2	0,0002	0,0655	254	0,0003	0,7628	0,4674
Высота	2	4,8240	2	2,4122	431,8610	254	1,7002	1,4187	0,2439
Диаметр	3	0,1698	2	0,0849	0,1368	254	0,0005	157,6664	< 0,01*
Высота	3	496,1248	2	248,0624	448,6625	254	1,7664	140,4348	< 0,01*
Диаметр	4	1,0700	2	0,5350	0,6745	254	0,0027	201,4941	< 0,01*
Высота	4	2336,5070	2	1168,2530	561,279	254	2,2098	528,6793	< 0,01*
Диаметр	5	2,4150	2	1,2070	2,0770	254	0,0082	147,6556	< 0,01*
Высота	5	5895,5350	2	2947,7670	2259,2240	254	8,8946	331,4116	< 0,01*

Примечание. * – различия достоверны на уровне значимости 0,01

Рис. 1. Саженцы *Manglietia confiera* в возрасте 2 месяца (А) и 4 месяца (Б) в тубах с различным составом почвенного субстрата

Для закладки плантаций обычно используются саженцы после пяти месяцев доращивания в школьном отделении питомника.

Выводы

1. Замачивание семян *Manglietia confiera* в течение 15 мин в 0,5 % растворе KMnO_4 для снятия поверхностной и полупогруженной грибковой инфекции обеспечивает в конечном итоге более высокую всхожесть, хотя замачивание семян в теплой воде в течение суток обеспечивает более высокую энергию прорастания. Сочетание этих двух методов может способствовать быстрому прорастанию и высокой скорости роста сеянцев.

2. Поскольку биометрические параметры сеянцев *Manglietia confiera* после двух месяцев выращивания не имеют достоверных разли-

чий в диапазоне густоты 100–300 шт./м², оптимальной нормой высева семян является 200–300 шт./м², так как это позволяет значительно сократить площадь посевного отделения питомника.

3. Для выращивания саженцев *Manglietia confiera* сеянцы из посевного отделения питомника нужно через 60 дней пересадить в пластиковые тубы высотой 12 и диаметром 7 см, заполненные почвенным субстратом.

4. Лучшим субстратом для выращивания саженцев *Manglietia confiera* явилась почва гумусового горизонта с добавлением NPK в соотношении 99:1. Внесение NPK обеспечивает достоверное различие в биометрических параметрах саженцев по сравнению с другими вариантами почвенного субстрата уже со второго месяца доращивания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бондаренко, А.С. Статистическая обработка материалов лесоводственных исследований: учеб. пособие / А.С. Бондаренко, А.В. Жигунов. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. – 125 с.
2. Дао, Тхи Тху Ха. Влияние орографических факторов и почвенного плодородия на рост плантаций *Manglietia confiera* Blume в провинции Туенкуанг Республики Вьетнам / Дао Тхи Тху Ха, А.В. Жигунов, А.С. Бондаренко / Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. – 2019. – № 1. – С. 54–67.
3. Дао, Тхи Тху Ха. Агротехника выращивания посадочного материала *Manglietia confiera* Blume в питомниках Вьетнама / Дао Тхи Тху Ха, А.В. Жигунов // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: тез. докл. IV Междунар. науч.-техн. конф., Санкт-Петербург, 22–25 мая 2019 г. / Под ред. В.М. Гедьо. – СПб.: СПбГЛТУ, 2019. – С. 181–184.
4. Дао, Тхи Тху Ха. Оценка качества лесов и технологические меры по повышению эффективности лесовыращивания во Вьетнаме / Дао Тхи Тху Ха, А.В. Жигунов // Леса России: политика, промышленность, наука, образование: тез. докл. III Междунар. науч.-техн. конф., Санкт-Петербург, 23–24 мая 2018 г. Том 1 / Под ред. В.М. Гедьо. – СПб.: СПбГЛТУ, 2018. – С. 97–99.
5. Жигунов, А.В. Теория и практика выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой / А.В. Жигунов. – СПб.: СПбНИИЛХ, 2000. – 294 с.
6. Лесные культуры. Лесное семеноводство: методические указания по выполнению лабораторных работ для студентов направления 35.03.01 «Лесное дело» / сост.: М.Е. Гузюк, А.В. Жигунов, С.В. Навалихин. – СПб.: СПбГЛТУ, 2014. – 64 с.
7. Маркова, И.А. Ускоренное производство древесины в европейско-уральской зоне Российской Федерации: учебное пособие / И.А. Маркова. – СПб.: СПбГЛУ, 2016. – 127 с.
8. Маркова, И.А. Агротехника выращивания посадочного материала в питомниках таежной зоны: учеб. пособие / И.А. Маркова, А.В. Жигунов. СПб.: СПбГЛТА, 2007. – 88 с.

9. Матюхина, З.Ф. Лесокультурная оценка разных видов посадочного материала сосны и ели / З.Ф. Матюхина, А.В. Жигунов, Т.А. Шестакова // Посадочный материал для создания плантационных культур. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1986. – С. 3–10.
10. Нгуен, Ван Тхань. Посевные качества семян гевеи бразильской / Нгуен Ван Тхань, А.В. Жигунов // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2017. – Вып. 221. – С. 162–174.
11. Нгуен, Ван Тхань. Рост и продуктивность гевеи бразильской на каучуконосных плантациях во Вьетнаме / Нгуен Ван Тхань, А.В. Жигунов, А.С. Бондаренко // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. – 2018. – Вып. 224. – С. 193–210.
12. Armson, K.A. Forest tree nursery soil management and related practices / K.A. Armson, V. Sadreika // Canada: Ministry of Natural Resources publisher. 1979. – 177 p.
13. Augspurger, C.K. Seedling survival of tropical tree species: Interactions of dispersal distance, light-gaps, and pathogens / C.R. Augspurger // New Jersey publisher. – 1984. – P. 1705–1712.
14. Bradbury, I.K. The effect of phosphorus and potassium on transpiration, leaf diffusive resistance and water-use efficiency on Sitka spruce seedlings / I.K. Bradbury, D.C. Malcolm // Journal of Applied Ecology publisher. – 1977. – P. 631–641.
15. Boyer, J.S. Temperature and growth-induced water potential / J.S. Boyer // College of Marine Studies and College of Agriculture, University of Delaware publisher. 1993. – P. 1099–1106.
16. Do, Thi Ngan. Learn about the quality of seed germination, germination and preservation methods for some types of seeds: University graduation thesis / Thi Ngan Do // Hanoi: Vietnam Forestry University, 2003. – 128 p.
17. Fisher, J.T. Nutrition management: A physiological basic for yield improvement / J.T. Fisher, J.G. Mexal // Dordrecht publisher. – 1984. – P. 271–299.
18. Khanna, L.S. Principles and practice of silviculture / L.S. Khanna // Published by sanskriti press, 1981. – 484 p.
19. Kimmins, J. P. Forest ecology / J.P. Kimmins // Publisher Pearson Education, 2003. – 720 p.
20. Le, Mong Chan. Forest plants / Le Mong Chan // Hanoi: Agricultural publisher, 2000. – 475 p.
21. Le, Dinh Kha. Improve the variety and manage Vietnamese forest plant varieties / Le Dinh Kha // Hanoi: Agricultural publisher, 2006. – 141 p.
22. Le, Dinh Kha. Selecting fast-growing *Manglietia confiera* with good shape for the Central region / Le Dinh Kha // Hanoi: Agricultural publisher, 1986. – 136 p.
23. Le, Quoc Huy. Research on some physiological and ecological characteristics of some native broadleaf species is the basis for afforestation / Le Quoc Huy, Ha Thi Mung // Hanoi: Agricultural publisher, 2009. – 26 p.
24. Nguyen, Hoang Nghia. Asexual propagation and afforestation with clones / Nguyen Hoang Nghia // Hanoi: Agricultural publisher, 2001. – 57 p.
25. Nguyen, Duc Minh. Research to determine the nutritional needs of N, P, K minerals and water regime of *Acacia* (*A. mangium* and *A. auriculaformis*) and *Eucalyptus* (*urophylla*) at the nursery stage / Nguyen Duc Minh, Nguyen Thi Thu Huong, Doan Dinh Tam // Hanoi: Agricultural publisher, 2004. – 121 p.
26. Smith, Lars. Guide to handling of tropical and subtropical forest seed / Lars Smith // Danida Forest Seed Centre, 2000. – 511 p.
27. Van den Driessche, R. Relationship between spacing and nitrogen fertilization of seedlings in the nursery, seedling size, and outplanting performance / R. van den Driessche // Canadian Journal of Forest Research. – 1982. – № 12. – P. 865–875.
28. Vu, Dinh Hoa. Select plant varieties / Vu Dinh Hoa // Hanoi: Agricultural publisher, 2005. – 152 p.

REFERENCES

1. Bondarenko A.S., Zhigunov A.V. Statisticheskaya obrabotka materialov lesovodstvennykh issledovaniy (Statistical Processing of Forestry Research Materials: Textbook), St. Petersburg, 2016, 125 p. (In Russian)
2. Dao Thi Thu Ha, Zhigunov A.V., Bondarenko A.S. The influence of orographic factors and soil fertility on the growth of *Manglietia conifera* Blume plantations in the Tuenquang province of the Republic of Vietnam. *Trudy Sankt-Peterburgskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta lesnogo hozyaistva* (Proc. St. Petersburg Forestry Research Institute), 2019, no. 1, pp. 54–67. (In Russian)
3. Dao Thi Thu Ha, Zhigunov A.V. Agrotechnics for growing planting stock of *Manglietia conifera* Blume in Vietnam nurseries. *Lesa Rossii: politika, promyshlennost', nauka, obrazovaniye: tezisy dokl. IV mezhdunar. nauch.-tekhn. konf.* (Forests of Russia: policy, industry, science, education, Thesis IV Int. Scientific and Technical Conf.), Ged'o V.M., ed., St. Petersburg, 2019, pp. 181–184. (In Russian)
4. Dao Thi Thu Ha, Zhigunov A.V. Assessment of forest quality and technological measures to improve forest growth efficiency in Vietnam. *Lesa Rossii: politika, promyshlennost', nauka, obrazovaniye: tezisy dokl. III mezhdunar. nauch.-tekhn. konf.* (Forests of Russia: policy, industry, science, education, Thesis III Int. Scientific and Technical Conf.), St. Petersburg, 2018, pp. 97–99. (In Russian)
5. Zhigunov A.V. Teoriya i praktika vyrashchivaniya posadochnogo materiala s zakrytoi kornevoi sistemoi (The theory and practice of growing containerized planting material). St. Petersburg, 2000, 294 p. (In Russian)
6. Guzyuk M. Ye., Zhigunov A.V., Navalikhin S.V. Lesnyye kul'tury. Lesnoe semenovodstvo (Forest cultures. Forest seed production: Guidelines), St. Petersburg, 2014, 64 p. (In Russian)
7. Markova I.A., Zhigunov A.V. Uskorennoe proizvodstvo drevesiny v yevropeysko-ural'skoi zone Rossiiskoi Federatsii (Accelerated wood production in the European-Ural zone of the Russian Federation: Textbook), St. Petersburg, 2016, 127 p. (In Russian)
8. Markova I.A., Zhigunov A.V. Agrotekhnika vyrashchivaniya posadochnogo materiala v pitomnikakh taezhnoi zony (Agricultural technology of growing planting material in nurseries of the taiga zone: Textbook), St. Petersburg, 2007, 88 p. (In Russian)
9. Matyukhina Z.F., Zhigunov A.V., Shestakova T.A. Forest-cultural assessment of different types of planting material of pine and spruce. "*Posadochnyy material dlya sozdaniya plantatsionnykh kul'tur*" (Planting material for creating plantations), Leningrad, 1986, pp. 3–10. (In Russian)
10. Nguyen Van Than, Zhigunov A.V. Sowing qualities of Brazilian Hevea seeds. *Izvestiya LTA*, 2017, is. 221, pp. 162–174. (In Russian)
11. Nguyen Van Than, Zhigunov A.V., Bondarenko A.S. Growth and productivity of Brazilian Hevea on rubber plantations in Vietnam, *Izvestiya Sankt-Peterburgskoi lesotekhnicheskoy akademii*, 2018, is. 224, pp. 193–210. (In Russian)
12. Armson K.A., Sadreika V. Forest tree nursery soil management and related practices, Canada, Ministry of Natural Resources publisher, 1979, 177 p.
13. Augspurger C.K. Seedling survival of tropical tree species: Interactions of dispersal distance, light-gaps, and pathogens. *New Jersey publisher*, 1984, pp. 1705–1712.
14. Bradbury I.K., Malcolm D.C. The effect of phosphorus and potassium on transpiration, leaf diffusive resistance and water-use efficiency on Sitka spruce seedlings. *Journal of Applied Ecology publisher*, 1977, pp. 631–641.
15. Boyer J.S. Temperature and growth-induced water potential. College of Marine Studies and College of Agriculture, *University of Delaware publisher*, 1993, pp. 1099–1106.
16. Do Thi Ngan. Learn about the quality of seed germination, germination and preservation methods for some types of seeds: University graduation thesis, Hanoi, Vietnam Forestry University, 2003, 128 p.

17. Fisher J.T., Mexal J.G. Nutrition management: A physiological basic for yield improvement. *Dordrecht publisher*, 1984, pp. 271–299.
18. Khanna L.S. Principles and practice of silviculture. Published by sanskriti press, 1981, 484 p.
19. Kimmins J.P. Forest Ecology. Publisher Pearson Education, 2003, 720 p.
20. Le Mong Chan. Forest plants. Hanoi, Agricultural publisher, 2000, 475 p.
21. Le Dinh Kha. Improve the variety and manage Vietnamese forest plant varieties. Hanoi, Agricultural publisher, 2006, 141 p.
22. Le Dinh Kha. Selecting fast-growing *Manglietia confiera* with good shape for the Central region. Hanoi, Agricultural publisher. 1986, 136 p.
23. Le Quoc Huy, Ha Thi Mung. Research on some physiological and ecological characteristics of some native broadleaf species is the basis for afforestation. Hanoi, Agricultural publisher, 2009, 26 p.
24. Nguyen Hoang Nghia. Asexual propagation and afforestation with clones. Hanoi, Agricultural publisher, 2001, 57 p.
25. Nguyen Duc Minh, Nguyen Thi Thu Huong, Doan Dinh Tam. Research to determine the nutritional needs of N, P, K minerals and water regime of *Acacia* (*A. mangium* and *A. auriculaformis*) and *Eucalyptus* (*urophylla*) at the nursery stage. Hanoi, Agricultural publisher, 2004, 121 p.
26. Smith Lars. Guide to handling of tropical and subtropical forest seed. Danida Forest Seed Centre, 2000, 511 p.
27. Van den Driessche R. Relationship between spacing and nitrogen fertilization of seedlings in the nursery, seedling size, and outplanting performance. *Canadian Journal of Forest Research*, 1982, no. 12, pp. 865–875.
28. Vu Dinh Hoa. Select plant varieties. Hanoi, *Agricultural publisher*, 2005, pp. 162–174.

Статья поступила в редакцию 22.01.2020